



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0078809
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 11일
Date of Application DEC 11, 2002

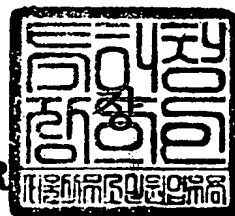
출원인 : 주식회사 엘지화학
Applicant(s) LG CHEM. LTD.



2003 년 07 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.12.11
【발명의 명칭】	유기 발광 소자
【발명의 영문명칭】	ORGANIC ELECTROLUMINESECNT
【출원인】	
【명칭】	주식회사 엘지화학
【출원인코드】	1-2001-013456-3
【대리인】	
【성명】	김재만
【대리인코드】	9-1998-000095-1
【포괄위임등록번호】	2001-020566-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	손세환
【성명의 영문표기】	SON, SE HWAN
【주민등록번호】	600801-1000314
【우편번호】	305-340
【주소】	대전광역시 유성구 도룡동 381-42 LG화학아파트 8동 405호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장준기
【성명의 영문표기】	JANG, JUN GI
【주민등록번호】	750314-1336919
【우편번호】	305-340
【주소】	대전광역시 유성구 도룡동 386-1 7동 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	전상영
【성명의 영문표기】	JEON, SANG YOUNG
【주민등록번호】	731008-1650821

【우편번호】	153-012
【주소】	서울특별시 금천구 독산2동 377-10
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤석희
【성명의 영문표기】	Y00N, SE0K HEE
【주민등록번호】	710114-2452627
【우편번호】	305-751
【주소】	대전광역시 유성구 송강동 송강그린아파트 302동 904호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이재철
【성명의 영문표기】	LEE, JAE CHOL
【주민등록번호】	640401-1470615
【우편번호】	302-761
【주소】	대전광역시 서구 내동 220 롯데아파트 108동 301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김공경
【성명의 영문표기】	KIM, KONG KYEON
【주민등록번호】	691112-1456115
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 390-9번지 301호
【국적】	KR
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 만 (인) 김재
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	12 면 12,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	0 항 0 원
【합계】	41,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 기판 및 기판 위에 양극층 및 음극층이 위치되고, 양극과 음극 사이에는 적어도 하나 이상의 발광기능이 있는 발광층을 포함하는 서로 다른 박막의 유기물층이 개재된 다층 구조의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자에 있어서, a) 일함수가 4.5 eV를 넘지 않는 금속을 포함하는 양극; b) 무기절연층; 및 c) 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층, 또는 정공 주입 및 이송층을 포함하는 유기발광소자를 제공하는 것으로, 특히 알루미늄과 같이 상대적으로 일 함수가 작은 양극을 사용하면서도 저 전압 구동이 가능하고, 구동 수명을 향상된 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제공한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

유기 발광 소자, 무기 절연 층, 일 함수, 양극, 정공 주입 층, 알루미늄, 저 전압 구동, 구동 수명

【명세서】**【발명의 명칭】**

유기 발광 소자{ORGANIC ELECTROLUMINESECNT}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 기판/양극/무기절연층/정공주입층/정공이송층/발광층/전자이송층/음극을 포함하는 구조를 가지는 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자의 하나의 구조를 나타내는 단면도이다.

도 2는 기판/양극/무기절연층/정공 주입 및 이송층/발광층/전자이송층/음극을 포함하는 구조를 가지는 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자의 하나의 구조를 나타내는 단면도이다.

도 3은 기판/양극/무기절연층/정공 주입 및 이송층/발광층/정공억제층/전자이송층/음극을 포함하는 구조를 가지는 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자의 하나의 구조를 나타내는 단면도이다.

도 4는 기판/양극/무기절연층/정공주입층/정공이송층/발광층/정공억제층/전자이송층/음극을 포함하는 구조를 가지는 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자의 하나의 구조를 나타내는 단면도이다.

도 5는 기판/양극/정공주입층/정공이송층/발광층/전자이송층/음극을 포함하는 구조를 가지는 일반적인 유기 발광 소자의 단면도이다.

도면 부호 1은 기판이고, 2는 양극이고, 3은 정공주입층이고, 4는 정공이송층이고, 5는 발광층이고, 6은 전자이송층이고, 7은 음극이고, 3'는 정공 주입 및 이송층이고, 8은 정공억제층이고, 10은 무기절연층이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <7> 본 발명은 유기발광소자에 관한 것으로, 특히 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자에 관한 것이다.
- <8> 양극으로부터의 정공 주입은 다양한 소자에서 필요로 하고 있으며, 발광형 다이오드(light emitting diode)와 같은 소자는 저 전압에서 안정하게 정공을 주입하는 것이 매우 중요하다. 특히 디스플레이로 사용되는 유기발광소자는 금속 또는 금속 산화물들이 정공 주입의 역할을 하는 전극으로 사용되고 있다.
- <9> 유기발광소자는 일반적으로 두 개의 반대 전극 사이에 박막의 유기물들로 이루어져 있고 그 효율과 안정성을 높이기 위하여 각기 다른 물질로 구성된 다층의 구조로 이루어져 있다. 도 5에 나타낸 바와 같이 가장 대표적인 유기발광소자의 다층 구조는 양극(2)으로부터 정공을 주입 받는 정공주입층(hole injection layer, (3)), 정공을 전달하는 정공이송층(hole transporting layer, (4)), 정공과 전자가 결합하는 발광층(emitting layer, (5)), 음극(7)으로부터 전자를 주입 받아 발광층으로 이송하는 전자이송층(electron transporting layer, (6)), 및 음극(7)을 포함한다. 이와 같은 유기발광소자는 소자의 효율과 수명을 더욱 향상시키기 위하여 상기의 층들을 혼합 물질로 구성

하거나 추가적인 역할을 하는 층들을 도입할 수 있다. 또한 소자의 제작을 간단히 하기 위하여 여러 가지의 기능을 동시에 갖는 물질을 사용하여 사용되는 층의 수를 줄일 수도 있다.

- <10> 일반적인 유기발광소자의 각각의 층은 박막으로 형성되며, 이러한 박막의 형성은 승화성이 있는 물질을 고 진공(high vacuum) 속에서 열 진공 증착 (thermal evaporation)을 하거나, 용액에 녹인 후 스핀 코팅(spin-coating), 딥 코팅(dip-coating), 닥터 블레이딩(doctor-blading), 잉크젯 프린팅(inkjet printing), 또는 열 전사법(thermal transfer) 등의 방법을 이용한다.
- <11> 유기발광소자는 사용되는 용도에 따라서 투명한 기판과 양극을 사용하고 반사율이 높은 음극을 사용하여 양극을 통하여 빛이 나오게 하거나, 반대로 반사율이 높은 양극을 사용하고 투명도가 높은 음극을 사용하여 음극으로 빛이 나오게 할 수 있다. 또한 양극과 음극을 동시에 반사율이 높은 물질로 구성하여 소자의 옆면에서 빛이 나오게 하거나 두 개의 전극을 모두 투명도가 높은 재질로 사용하여 양쪽에서 모두 빛이 나오는 소자를 제조할 수 있다.
- <12> 보편적으로 사용되고 있는 안정되고 효율이 높은 발광 소자는 일 함수(work function)가 큰 물질을 양극으로 사용하며, 일 함수가 작은 물질을 음극으로 사용한다. 일반적으로 인듐 주석 산화물(indium tin oxide: 이하 ITO라 함)이 투명한 양극으로 사용되고 있으며, 정공주입층으로의 정공 주입을 원활하게 하기 위하여 산소 플라즈마(oxygen plasma)로 ITO 표면을 처리하여 양극의 일함수를 높이는 방법이 알려져 있다. 이와 같이 일함수가 큰 양극을 사용할 경우, 정공이송층을 형성하는 물질의 가전자 띠(valance band)와 양극의 일 함수와의 차이가 줄어들므로 원활한 정공의 주입이 낮은 전

압에서 이루어 질 수 있다. 그러므로 양극과 정공이송층에 함유되는 물질의 선택에서 두 재료간의 밴드(band) 위치와 계면의 접착력 또는 안정성이 소자의 효율과 수명에 큰 영향을 미친다.

<13> 이와 마찬가지로 음극을 구성하는 물질은 작은 일 함수를 갖는 물질을 선택하여 전자이송층을 구성하는 물질의 전도 띠(conduction band)로의 전자 주입을 원활하게 한다. 일반적으로 이러한 목적으로 칼슘(Ca), 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 칼륨(K), 나트륨(Na), 세슘(Cs) 등의 일 함수가 작은 금속을 사용하거나 마그네슘/은, 알루미늄/리튬과 같은 합금(alloy)을 사용하기도 한다. 그러나 이러한 물질들은 쉽게 산화가 되므로 공기 중에 노출될 경우, 전자 주입의 성능이 급격히 저하될 수 있다.

<14> 일반적인 경우의 유기발광소자는 발생하는 빛이 양극을 지지하는 기판을 통하여 방출되게 하므로 기판은 투명한 것을 사용하며 양극 재료도 투과율이 큰 물질을 사용한다. 반면에, 빛의 방출을 양극을 지지하는 기판이 아닌 음극 쪽으로 방출하려 할 때는 투명한 기판이나 전극 대신에 반사율이 큰 기판이나 양극을 사용하고, 대신 음극 쪽의 투과율을 높이게 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 반사율이 큰 기판 또는 반사율이 큰 물질로 코팅된 기판에 투명 전극(양극)을 형성하거나, 양극 자체를 반사율이 큰 물질 중에서 선택하여야 한다. 또한 양극으로부터 유기발광층으로 정공이 주입되어야 하므로 양극을 이루는 재료는 종래의 ITO나 IZO와 같이 일 함수가 클수록 유리하며(>4.5 eV), 전기적 저항이 작은 물질 중에서 선택하여야만 큰 면적의 유기발광소자에 적절한 전류를 공급할 수 있다.

<15> 한편 알루미늄과 같이 반사율이 크고 금속은 빛을 음극쪽으로 발산하는 유기

발광소자의 양극에 사용하는 것이 유리함을 예측할 수 있다. 그러나 이러한 알루미늄은 일 함수가 상대적으로 작으므로 정공주입층으로의 정공주입이 원활하지 않아서 높은 구동 전압이 요구되며 소자의 수명이 단축되는 약점이 있어서 이를 이용하여 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 아직 실현되지 않았다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서 본 발명은 상기 종래기술의 문제점을 고려하여, 저전압에서 구동될 수 있는 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<17> 본 발명의 다른 목적은 일 함수가 작은 양극재료를 사용하여도 유기 발광 소자를 저 전압에서 구동할 수 있으며 구동 수명이 우수한 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여, 기판 및 기판 위에 양극층 및 음극층이 위치되고, 양극과 음극 사이에는 적어도 하나 이상의 발광기능이 있는 발광층을 포함하는 서로 다른 박막의 유기물층이 개재된 다층 구조의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자에 있어서,

<19> a) 일함수가 4.5 eV를 넘지 않는 금속을 포함하는 양극;

<20> b) 무기절연층; 및

<21> c) 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층, 또는 정공 주입 및 이송층

<22> 을 포함하는 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제공한다.

- <23> 이하에서 본 발명을 상세하게 설명한다.
- <24> 본 발명자들은 종래에 실현하는데 난점이 많았던 음극 방향으로 발광하는 유기발광 소자를 제조하기 위하여, 양극에 알루미늄과 같이 반사율이 높고 상대적으로 일함수가 낮은 금속을 사용하고, 정공주입층에 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질을 사용하면서, 이들 양극과 정공주입층의 사이에 정공의 터널링이 가능한 무기 절연층을 개재시키면 구동전압이 낮아지고 구동 수명이 크게 증가함을 발견하고 본 발명을 완성하게 되었다.
- <25> 본 발명은 양극 위에 무기절연층을 도입하고, 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질을 정공주입층에 동시에 사용함으로써 상대적으로 일함수가 작으며 반사율이 큰 알루미늄과 같은 물질을 양극재료를 사용하여도 유기발광소자를 저 전압에서 구동할 수 있으며 구동 수명이 향상된 발광의 방향을 양극이 아닌 음극으로 유도할 수 있는 유기발광소자를 제공하는 것이다. 또한 플라스틱과 같은 기판 위에 쉽게 상대적으로 일함수가 작은 양극을 형성시킬 수 있는 방법을 제공한다. 또한 이러한 개념은 정공의 주입과 이송을 필요로 하는 다른 전자 소자에도 이용 가능케 한다.
- <26> 본 발명은 이를 위하여, 기판 위에 박막으로 층을 형성한 일함수가 4.5 eV 를 넘지 않는 금속을 포함하여 박막으로 형성된 저 전압에서 효과적으로 정공을 주입할 수 있는 양극, 상기 양극 위에 위치되는 무기물을 포함하여 박막으로 형성된 무기절연층, 상기 무기절연층 위에 위치되는 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물을 포함하여 박막으로 형성된 정공주입층, 상기 정공주입층 위에 위치되는 통상의 유기발광소자에 사용될 수 있는 유기물을 포함하여 박막으로 형성된 정공이송층, 상기 정공이송층 위에 위치되는 통상의 유기발광소자에 사용될 수 있는 유기물을 포함하여 박막으로 형성된

발광층, 상기 발광층 위에 위치하여 통상의 유기발광소자에 사용될 수 있는 유기물을 포함하여 박막으로 형성된 전자이송층, 및 상기 전자이송층 위에 위치되는 통상의 유기발광소자에 사용될 수 있는 금속을 포함하여 박막으로 형성된 음극을 포함하는 저전압에서 구동될 수 있는 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제공한다.

<27> 또한 이 유기발광소자는 필요에 따라서 상기 정공주입층과 정공이송층은 그 역할을 따로 구분하지 않고 정공 주입과 이송을 동시에 할 수 있는 정공 주입 및 이송층을 사용할 수도 있으며, 두 가지 이상의 물질을 혼합하여 정공주입층 또는 정공 주입 및 이송층을 형성할 수도 있으며, 필요에 따라서 전자이송층과 발광층 사이에 정공의 전자이송층으로의 이동을 막는 정공억제층(hole-blocking layer)을 별도로 개재시킬 수도 있다.

<28> 본 발명의 유기발광소자는 순방향 전계를 가하였을 때, 상기 발광층이 양극으로부터 주입, 및 이송되는 정공과 음극으로부터 주입 및 이송되는 전자가 재 결합하여 빛을 내는 유기발광소자이며, 그 빛은 음극으로 발산된다.

<29> 이하에서는 각각의 층 별로 설명한다.

<30> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 박막의 지지체 역할을 할 수 있는 적절한 기계적 강도를 갖는 기판을 포함한다. 이러한 기판은 용도에 따라 투과율이 높은 기판을 선택하거나 반사율이 높은 기판을 선택할 수 있다. 반사율이 높은 기판이 필요할 경우는 기판 자체의 반사율이 높거나 기판을 반사율이 큰 물질로 코팅하여 사용할 수 있다. 이러한 목적으로 사용되는 기판의 예로는 플라스틱, 유리, 금속, 세라믹, 웨이퍼, 금속 포일(foil) 등이다.

<31> 종래의 유기발광소자에 사용되는 기판은 양극으로 사용하는 ITO를 기판의 온도를 고온(>150 ℃)으로 유지시키면서 스퍼터링(sputtering) 공정을 사용하여 박막 형성을 하므로 고온의 공정 조건을 견딜 수 있는 유리나 같은 기판을 사용하며, 이러한 공정 조건에서 형성된 ITO 양극은 다시 유기발광소자를 제조하기 이전에 산소 또는 산소를 포함한 혼합 가스 플라즈마 클리닝이나 자외선/오존(UV/Ozone) 처리를 하여 표면의 일 함수를 증가시키거나 표면에 존재하는 오염물을 제거하여 소자의 구동 전압을 낮게 하고 소자의 신뢰성을 향상시키는 방법을 사용한다. 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 이러한 종래의 유리 기판을 그대로 사용할 수도 있으며, 상기와 같이 ITO가 처리된 기판을 사용할 수도 있다.

<32> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상기 기판 위에 알루미늄(Al: 4.28 eV), 은(Ag: 4.26 eV), 아연(Zn: 4.33 eV), 니오븀(Nb: 4.3 eV), 지르코늄(Zr: 4.05 eV), 주석(Sn: 4.42 eV), 탄탈륨(Ta: 4.25 eV), 바나듐(V: 4.3 eV), 수은(Hg: 4.49 eV), 갈륨(Ga: 4.2 eV), 인듐(In: 4.12 eV), 카드뮴(Cd: 4.22 eV) 등과 같이 불투명하거나 반사율이 크며 일 함수(f)가 상대적으로 작은 물질을 양극으로 사용한다. 이러한 금속은 0.1 eV를 초과하고 4.5 eV를 넘지 않는 일 함수를 가지는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 3.5 eV를 초과하고 4.5 eV를 넘지 않는 일 함수($3.5 < f < 4.5$)를 가지는 것이다. 이러한 양극 물질들은 그들의 성질에 따라서 CVD(chemical vapor deposition), EB(electron beam vapor deposition), 열 진공 증착(thermal vapor deposition), 스퍼터링(sputtering) 등의 다양한 박막 형성법을 사용하여 기판 위에 박막으로 형성시킬 수 있다.

<33> 종래에는 이와 같이 일 함수가 상대적으로 작은 물질은 양극에 사용하지 못하였다. 종래에 알려진 바로는 양극과 정공주입층 사이의 에너지 장벽이 작을수록 정공 주입이 용이하게 되고 이에 따라 정공주입층의 HOMO 준위(Highest Occupied Molecular Orbital level)는 일반적으로 양극으로 사용되는 IT0의 일 함수와 유사한 물질을 사용하거나 에너지 장벽이 작은 물질(< 1 eV) 중에서 선택한다. 그러나 본 발명은 무기절연층을 양극과 정공주입층 사이에 개재시킴으로써 양극 물질과 정공 주입 물질간의 에너지 장벽이 큰 (> 1 eV) 구조를 사용하여도 저 전압 구동이 가능하다. 따라서 본 발명의 상대적으로 일 함수가 작은(<4.5 eV) 양극을 사용하면서도 저 전압으로 구동하여 정공을 공급하면서 발광층으로부터 발생하는 빛을 반사시켜 음극으로 방출할 수 있다.

<34> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상기 양극 위에 무기절연층을 사용한다. 이 무기절연층은 양극과 정공주입층 사이에 개재되어 정공주입층과 양극층 사이의 계면 안정성(interfacial strength)을 강화시키며, 소자에 주입되는 전자와 정공의 농도를 적절하게 유지시킨다. 즉, 정공주입층을 구성하는 물질과 양극 사이에 존재하는 정공 주입에 요구되는 에너지 장벽(energy barrier)을 낮추어 터널링(tunneling)을 용이하게 하는 역할을 한다.

<35> 이러한 무기절연층에 사용될 수 있는 물질은 알루미늄 산화물(aluminum oxide), 티타늄 산화물(titanium oxide), 아연 산화물(zinc oxide), 루테튬 산화물(ruthenium oxide), 니켈 산화물(nickel oxide), 지르코늄 산화물(zirconium oxide), 탄탈륨 산화물(tantalum oxide), 마그네슘 산화물(magnesium oxide), 칼슘 산화물(calcium oxide), 스트론튬 산화물(strontium oxide), 바나듐 산화물(vanadium oxide), 이트륨 산화물(yttrium oxide), 리튬 산화물(lithium oxide), 세슘 산화물(cesium oxide), 크롬

산화물(chromium oxide), 실리콘 산화물(silicon oxide), 바륨 산화물(barium oxide), 망간 산화물(manganese oxide), 코발트 산화물(cobalt oxide), 구리 산화물(copper oxide), 프라소디뮴 산화물(praseodymium oxide), 텅스텐 산화물(tungsten oxide), 게르마늄 산화물(germanium oxide), 칼륨 산화물(potassium oxide) 등의 단일종류 원자의 산화물 형태이거나, 리튬 플루오라이드(lithium fluoride), 마그네슘 플루오라이드(magnesium fluoride), 세슘 플루오라이드(cesium fluoride), 칼슘 플루오라이드(calcium fluoride), 나트륨 클로라이드(sodium chloride), 칼륨 클로라이드(potassium chloride) 등의 금속과 할로젠족 원소 화합물 등의 형태, 또는 리튬-붕소 산화물(lithium metaborate: LiBO_2), 칼륨-실리콘 산화물(potassium silicate: K_2SiO_3), 실리콘-게르마늄 산화물(silicon-germanium oxide), 바륨 타이타네이트(barium titanate), 리튬 탄탈레이트(LiTaO_3) 등의 두 가지 이상 원소의 복합산화물 등이다. 또한 실리콘 나이트라이드(Si_3N_4), 보론 나이트라이드(BN) 등의 주기율표상의 3족과 4족에 속하는 원소들의 질화물을 사용할 수 있다. 또한 황화 아연(ZnS), 황화 카드뮴(CdS), 카드뮴 셀레나이드(CdSe), 갈륨 포스파이드(GaP), 갈륨 나이트라이드(GaN) 등의 반도체적 성질을 갖는 무기물도 사용할 수도 있다. 또한 이들은 2 종 이상 선택하여 혼합물로도 사용될 수 있다. 상기 예시된 무기물들은 단지 이해를 돕기 위한 예이며, 이들만으로 한정되지 않는다.

<36> 이러한 무기 물질들은 그들의 성질에 따라서 CVD(chemical vapor deposition), EB(electron beam vapor deposition), 열진공 증착(thermal vapor deposition), 스퍼터링(sputtering) 등의 다양한 방법의 박막 형성법을 사용하여 무기절연층을 형성시킬 수

있으며, 특히 알루미늄을 양극물질로 사용한다면 이의 표면에서 산소와 접촉시켜 산화층을 형성하여 무기절연층을 형성시킬 수도 있다.

<37> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상기 무기 절연층 위에 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층 또는 정공 주입 및 이송층을 사용한다. 이러한 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질의 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)은 상기 양극으로부터 정공을 주입받는 층으로, 상기 일 함수가 4.5 eV 를 넘지 않는 금속의 양극으로부터 무기절연층을 통하여 공급을 받는다.

<38> 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 값을 가지는 유기물을 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)에 함유시키는 것은 상기 무기절연층을 통과한 정공을 주입받기에 적절한 음전하를 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층) 내에 유지할 수 있기 때문이다. 그러나 환원준위가 -0.6 V 미만인 유기물을 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)에 사용할 경우에는 이 유기물이 가지는 높은 음전하에 의하여 마치 음극화가 되므로 양극으로부터 주입되는 정공이 발광층으로 전달되지 못하게 되어 유기발광소자가 구동을 하지 못하게 된다. 또한 환원준위가 0 V 이상인 유기물을 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)에 사용할 경우에는 이 유기물은 정공이 주입되기는 용이하나 산화되기도 용이하므로 정공 주입에 요구되는 에너지 장벽이 높게 되어 비록 무기절연층을 양극과 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층) 사이에 개재시키더라도 정공을 주입받기가 어렵게 된다. 즉, 환원준위가 0 V 이상인 유기물질을 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)에 사용하고, 상대적으로 일 함수가 작은 양극과 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층) 사이에 무

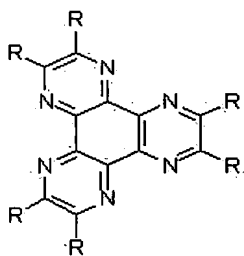
기절연층을 개재시켜 유기발광소자를 제조하고 이 소자에 순방향 전계를 가할 경우 이 소자는 고 전압에서만 구동하게 되고, 구동 수명도 짧아지게 된다.

<39> 따라서 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 동시에 상대적으로 일함수가 낮으면서 반사율이 높은 금속을 포함하는 양극을 사용하고, 그 위에 무기절연층을 도입하고, 그 위에 상기 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)을 사용함으로써 저 전압으로 구동될 수 있다.

<40> 이와 같이 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 정공주입 및 정공 이송 능력을 가지고 있는 유기물질은 본 발명자들이 이미 출원하여 공개된 세계공개특허공보 WO 01/49806에 기재된 하기 화학식 1로 표시되는 유기물질을 사용하는 것이 바람직하다.

<41> (화학식 1)

<42>



<43> 상기 화학식 1의 식에서,

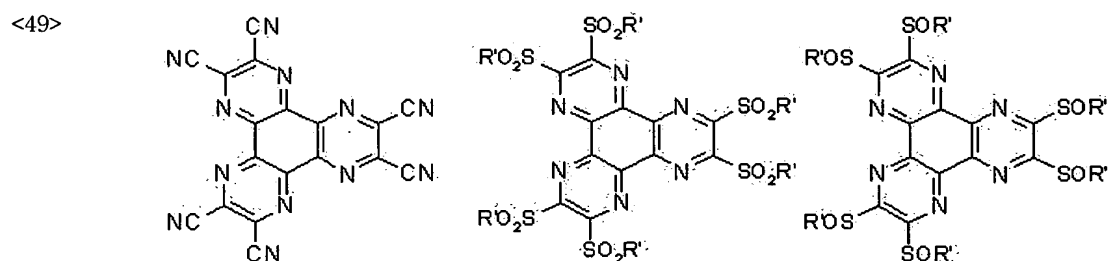
<44> R은 니트릴(nitrile: $-\text{CN}$), 술폰(sulfone: $-\text{SO}_2\text{R}'$), 술폭사이드(sulfoxide: $-\text{SOR}'$), 술폰아미드(sulfonamide: $-\text{SO}_2\text{NR}'_2$), 술포네이트(sulfonate: $-\text{SO}_3\text{R}'$), 니트로(notro: $-\text{NO}_2$), 트리플루오로메탄(trifluoromethane: $-\text{CF}_3$)기 등을 나타낸다.

<45> 상기의 치환체를 이루는 R' 은 아민(amine), 아미드(amide), 에테르(ether), 또는 에스테르(ester) 등으로 치환되거나 치환되지 않은 탄소수 1 내지 60의 알킬(alkyl) 그룹, 아릴(aryl) 그룹, 또는 이헥고리 치환체(heterocyclic group)이다.

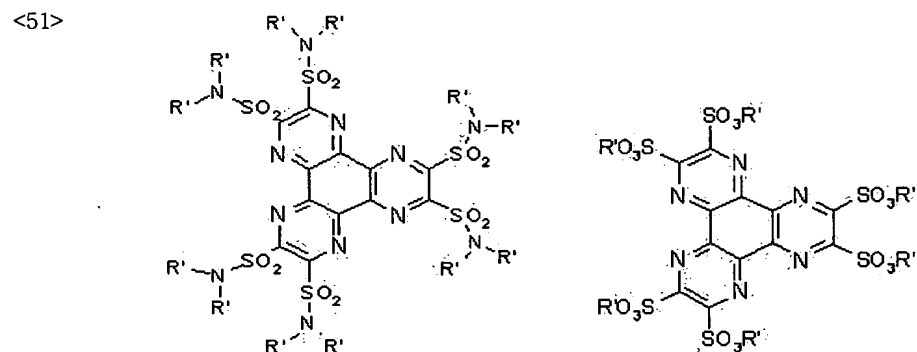
<46> 이러한 화학식 1의 유기물은 P형 반도체적 성질을 가지고 있어서 정공주입층, 또는 정공주입층과 정공이송층의 역할을 동시에 하는 정공 주입 및 이송층을 구성할 수 있다

<47> 화학식 1로 표시되는 화합물은 정공주입층 또는 정공 주입과 정공 이송을 동시에 하는 역할로 박막 층을 형성할 수 있다. 본 발명에서 사용되는 화학식 1로 표시되는 화합물 중에서 좀 더 구체적인 예는 화학식 1a 내지 1g에 나타내었다.

<48> (화학식 1a) (화학식 1b) (화학식 1c)

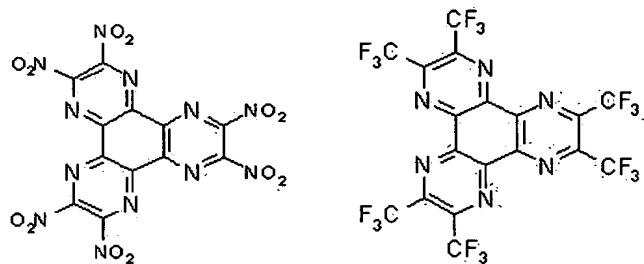


<50> (화학식 1d) (화학식 1e)



<52> (화학식 1f) (화학식 1g)

<53>



<54> 상기 식에서 정의된 R'은 아민(amine), 아마이드(amide), 에테르(ether), 또는 에스테르(ester) 등으로 치환되거나 치환되지 않은 탄소수 1 내지 60의 알킬(alkyl) 그룹, 아릴(aryl) 그룹, 또는 이헤테로리 치환체(heterocyclic group)이다. 특히 R'이 탄소수 5 이상의 알킬, 또는 치환된 알킬기를 사용하는 화합물은 상기 무기절연층)을 진공 증착 대신에 용액상에서 공정이 이루어지는 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅, 닥터 블레이딩, 롤 코팅 등의 방법을 사용하여 박막 형성할 경우에 같은 방법으로 정공주입층, 또는 정공 주입 및 이송층으로 박막을 형성할 수 있다. 또한 R'을 이루는 치환기에 전하를 띄고 있는 작용기를 도입하여 수용액 상에서 박막 형성의 공정을 수행할 수도 있다.

<55> 상기의 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 정공주입 및 정공 이송 능력을 가지고 있는 유기물질의 예는 단지 이해를 돕기 위한 것이지 이들만으로 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 정공주입층(또는 정공 주입 및 이송층)에 함유되는 유기물질은 원활한 정공주입을 위하여 환원 준위가 -0.6 내지 -0.01 V 사이에 있는 화합물 중에서 선택하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 환원 준위가 -0.3 내지 -0.01 V 사이에 있는 화합물 중에서 선택하는 것이다.

<56> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상기 정공주입층이 정공이송층 역할까지 하지 않는다면 정공주입층 위에 별도의 정공이송층을 사용한다. 즉, 기판/양극/무기절연층/정공주입층 다음에 정공이송층을 형성한다.

- <57> 상기 정공이송층에 사용될 수 있는 정공이송 능력을 가진 유기물은 종래에 알려진 통상적인 유기물질을 그대로 사용할 수 있다. 일반적으로 아릴 아민계(aryl amine)의 물질이 대표적인 정공 이송 물질로 알려져 있으며, 다환체의 방향족 화합물(polycyclic aromatic compound)도 최근에 정공을 이송하는 물질로 알려져 있다. 대표적인 정공 이송물질의 구체적인 예로는 아릴 아민(aryl amine)계인 4,4'-bis[(N-1-naphtyl)-N-phenylamino]biphenyl(이하 NPB라 약칭 함), 1,3,5-tris[N-(4-diphenylaminophenyl)phenylamino]benzene, 4,4',4-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine(이하 MTDATA라 약칭 함)이 있다. 또한 여러 가지의 아릴 아민을 연결시켜 분자량을 크게 하여 내열성을 높이거나 정공의 이동도(hole mobility)를 변화시킨 다양한 아릴 아민계 물질을 사용할 수도 있다. 본 발명의 정공이송층에 적합한 정공이송 능력을 갖는 유기물질은 산화 준위가 0.01 내지 1.5 V 이며 정공 이동도가 10^{-8} cm²/Vs 보다 큰 화합물이며, 더욱 바람직하게는 산화 준위가 0.01 내지 1.2 V 이며 정공 이동도가 10^{-7} cm²/Vs 보다 큰 화합물이다.
- <58> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 정공과 전자가 재 결합(recombination)하여 발광을 하는 발광층을 상기에서 설명한 정공 주입 및 이송층 위, 또는 정공 이송층 위에 사용한다. 필요에 따라서는 발광 효율을 더욱 높이기 위하여 소량의 형광성(fluorescent), 또는 인광성(phosphorescent) 물질을 도핑(doping)할 수도 있다.
- <59> 상기 발광층에 사용될 수 있는 발광능력을 가진 유기물은 종래에 알려진 통상적인 유기물질을 그대로 사용할 수 있다. 일반적으로 발광층을 형성하는 물질은 정공과 전자에 대한 안정성이 클수록 구동 수명의 측면에서 유리하며, 높은 형광성을 가질수록 효율

이 높은 소자를 제작하는데 바람직한 것으로 알려져 있다. 최근에는 정공과 전자의 스핀(spin)이 반대일 경우만 이론적으로 빛을 내는 형광 대신에 정공과 전자의 스핀이 같은 방향일 경우에 빛을 발광하는 인광을 발광층을 구성하는 도판트(dopant)로 사용하는 경우가 알려져 있다. 이러한 경우, 주입된 전자와 정공의 1/4에 해당하는 양만을 빛으로 발광할 수 있다는 형광의 이론적 한계를 크게 극복할 수 있는 경우로 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 발명에서 사용하는 정공 주입 체계는 일함수가 상대적으로 낮은 양극을 이용하여 저 전압에서 구동하는 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자이므로 이러한 인광을 이용하는 유기발광소자에도 이용이 가능하다.

<60> 종래에 가장 널리 알려진 형광성 유기발광소자에 이용되는 발광층을 구성하는 물질로는 트리스(8-퀴놀리노에토)알루미늄(tris(8-quinolinoato aluminum; 이하 Alq3라 함)가 가장 대표적으로 알려져 있다. 또한 단파장의 발광을 위하여 대역 간극이 큰 물질을 사용할 수 있는데, 대표적인 예로는 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)바이페닐(4,4'-bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl; 이하 DPVBi라 함) 및 9,10-디아릴 안트라센(9,10-diaryl anthracene) 계통의 청색 발광 물질이 널리 알려져 있다. 또한 형광 대신에 인광을 유도하기 위하여 이리듐(Ir)이나 백금(Pt) 등을 함유한 분자를 도판트(dopant)로 사용하여 고효율의 유기발광소자를 제작하는 방법도 알려져 있다(C. Adachi, M. A. Baldo, and S. R. Forrest, *Applied Physics Letter*, 77, 904, 2000, C. Adachi, M. A. Baldo, S. R. Forrest, S. Lamansky, M. E. Thompson, and R. C. Kwong, *Applied Physics Letter*, 78, 1622, 2001).

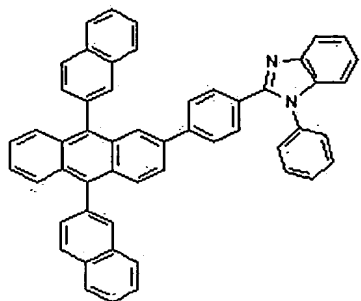
<61> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상기 발광층 위에 전자이송층을 형성하여 음극으로부터 전자를 공급받아 발광층으로 이송하기도 하지만, 필요에 따라서

는 전자이송층과 발광층 사이에 정공의 전자이송층으로의 이동을 막는 정공억제층(hole-blocking layer)을 별도로 개재시킬 수 있다. 이러한 정공억제층은 발광의 영역을 전자이송층까지 확대하지 않고 발광층으로 한정할 수 있으므로 발광의 스펙트럼의 조절이 용이해지며, 특히 인광의 경우 정공과 전자의 재결합을 형광성이 있는 전자이송층에서 일부 일어나는 것을 억제시킬 수 있다. 또한 과도하게 정공이 주입되더라도, 발광층과 정공억제층이 이루는 계면에 쌓이는 정공들이 음극으로부터 전자의 주입을 활성화 시킴으로써 소자 내부에서 적절한 정공과 전자 개수의 평형을 유도하게 되므로 높은 양자 효율을 얻을 수 있다. 이러한 정공억제층에 사용될 수 있는 정공억제 능력을 가진 유기물은 종래에 알려진 통상적인 유기물질을 그대로 사용할 수 있다. 특히 산화가 되기 어려운, 즉 산화 준위가 크고 정공의 이송도가 낮은 물질을 사용하는 것이 바람직하다.

<62> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 음극과 발광층, 또는 음극과 정공억제층 사이에 위치하여, 음극으로부터 원활히 전자를 받아서 발광층으로 이송하는 역할을 하는 전자이송층을 사용한다. 이러한 전자이송층은 음극을 이루는 물질과 안정한 계면을 유지하여야 하며, 특히 전자에 대한 안정성이 뛰어나야 하며 전자 이송도가 높을수록 저 전압에서 소자를 구동할 수 있다. 이러한 전자이송층 사용될 수 있는 전자이송 능력을 가진 유기물은 종래에 알려진 통상적인 유기물질을 그대로 사용할 수 있다. 이러한 전자이송층에는 상기에서 발광층을 이루는 물질로 널리 알려진 Alq₃가 사용될 수 있음을 알려져 있으며, 소자의 수명을 연장시키는 성질을 가지는 신규의 하기 화학식 2로 나타내는 유기화합물을 사용할 수도 있다.

<63> (화학식 2)

<64>



<65>

본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 일함수가 비교적 작은 전도성 물질을 함유하는 음극을 사용한다. 또한 발광층에서 생성된 빛이 음극을 통하여 방출되어야 하므로 투명성이 있는 박막이 형성되도록 해야 한다. 이와 같은 음극 물질로는 마그네슘, 칼슘, 리튬, 알루미늄, 인듐, 칼륨, 이트륨, 스트론튬, 유로퓸(europium), 나트륨, 갈륨(Ga), 사마륨(Sm) 등이 있으며, 이들 중 2 종 이상을 선택한 혼합물도 가능하다.

<66>

또한 이러한 음극층은 다층의 박막으로 형성될 수 있다. 그 예로는 0.1 내지 10 nm 두께의 리튬플루오라이드(LiF) 또는 리튬 산화물(Li₂O), 마그네슘 플루오라이드(magnesium fluoride) 등의 절연성 금속 산화물을 상기 전자이송층과 전극 사이에 박막으로 형성시켜 구동 전압을 낮춤과 동시에 안정한 음극을 형성시키는 것이다. 이때 절연막의 두께는 전자이송층과 음극의 종류에 따라서 변할 수 있으나 바람직하게는 0.5 내지 7 nm를 사용한다. 또는 전자이송층을 형성할 수 있는 물질과 일 함수가 낮은 금속을 혼합 증착한 층을 형성하여 전자의 주입을 더욱 원활히 할 수 있다.

<67>

또한 생성된 빛이 음극을 통하여 방출시켜야 하므로 투명한 음극으로 제조되도록 투과도가 유지될 정도의 두께를 가진 금속성 음극을 제조한 후에 그 위에 투명성 있는 인듐-주석 산화물(ITO)이나 인듐-아연 산화물(IZO)을 박막 증착하여 사용할 수도 있다.

- <68> 상기에서 설명한 각 층을 이루는 물질들의 예는 단지 본 발명의 이해를 돕는 목적으로 일부를 제시한 것일 뿐 본 발명이 제공하는 화합물은 이들만으로 한정되지 않는다.
- <69> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 양극과 음극 사이에 다층의 유기층을 포함하며, 상기에서 설명한 각층들을 이용하여 다양한 구조를 갖는다. 기본적으로는 도 1과 같이 기판/양극/무기절연층/정공주입층/정공이송층/발광층/전자이송층/음극을 포함하여 제조된다. 또한 상기 각층의 설명에서와 같이 필요에 따라서 두 가지 이상의 역할을 동시에 하는 물질을 사용하여 유기물의 층 수를 줄이거나, 반대로 성능을 더욱 향상시키거나 특별한 성능을 내기 위하여 층 수를 늘릴 수 있다. 이러한 층 구조는 도 2와 같이 기판/양극/무기절연층/정공 주입 및 이송층/발광층/전자이송층/음극; 도 3과 같이 기판/양극/무기절연층/정공 주입 및 이송층/발광층/정공억제층/전자이송층/음극; 도 4와 같이 기판/양극/무기절연층/정공주입층/정공이송층/발광층/정공억제층/전자이송층/음극를 포함하는 구조들을 가질 수 있다.
- <70> 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 각각의 층은 박막으로 형성되며, 이러한 박막의 형성은 각층에 사용되는 물질을 통상의 유기발광소자의 제조방법과 같이 고 진공(high vacuum) 속에서 열 진공 증착 (thermal evaporation)을 하거나, 용액에 녹인 후 스핀 코팅(spin-coating), 딥 코팅(dip-coating), 닥터 블레이딩(doctor-blading), 잉크젯 프린팅(inkjet printing), 또는 열 전사법(thermal transfer) 등의 방법을 이용하여 박막의 층으로 형성하여 제조한다.
- <71> 따라서 본 발명의 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자는 상대적으로 일 함수가 작은 알루미늄과 같은 금속을 양극물질로 사용할 수가 있으므로, 기판의 선택 폭이 넓어져서 플라스틱과 같은 다양한 기판을 사용할 수 있다.

<72> 이하의 실시예 및 비교예를 통하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 단, 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것이지 이들만으로 한정하는 것이 아니다.

<73> [실시예]

<74> 실시예 1

<75> 종래에 양극물질로 사용되던 ITO 대신에 일 함수가 상대적으로 낮은 알루미늄(Al)을 양극물질로 사용하였을 경우 무기절연층과 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 유기물질을 정공주입층에 동시에 포함하는 유기발광소자가 저 전압에서 구동되는가를 확인하기 위하여 하기와 같은 유기발광소자를 제조하였다.

<76> (기판 처리-ITO 처리)

<77> ITO(indium tin oxide)가 1300 Å의 두께로 박막 코팅된 유리 기판 (corning 7059 glass)을 세제를 녹인 증류수에 넣고 초음파로 세척하였다. 사용한 세제는 Fischer Co.의 제품을 사용하였으며 Millipore Co. 제품의 Filter로 2 차로 걸러진 증류수를 사용하였다. ITO를 30 분간 세척한 후 증류수로 2 회 반복하여 초음파 세척을 10분간 진행하였다. 증류수 세척이 끝나면 이소프로필알콜, 아세톤, 메탄올 등의 용제로 초음파 세척을 하고 건조시킨 후 플라즈마 세정기로 이송시켰다. 아르곤과 산소가 2:1로 혼합된 플라즈마를 이용하여 14 mtorr의 압력에서 50 W에서 상기기판을 5 분간 세정한 후 진공 증착기로 기판을 이송시켰다.

<78> (양극층의 형성)

<79> 상기에서 제조된 ITO 처리 기판의 ITO 위에 100 Å 두께로 알루미늄(Al)을 진공 속에서 열 진공증착하여 양극층을 형성하였다.

<80> (무기절연층의 형성)

<81> 상기의 알루미늄의 양극을 대기압에서 산소 가스에 5 분간 노출시켜 알루미늄 산화막을 20 Å의 두께로 형성시켰다.

<82> (정공주입층의 형성)

<83> 상기 무기절연층 위에 상기 화학식 1을 만족하는 환원준위가 -0.06 V인 상기 화학식 1a로 나타내는 화합물인 헥사니트릴 헥사아자트리페닐렌(hexanitride hexaazatriphenylene: 이하 HAT라 함)을 500 Å의 두께로 열 진공 증착하여 정공주입층을 형성시켰다.

<84> (정공이송층의 형성)

<85> 상기 정공주입층 위에 정공을 이송하는 물질인 NPB(400 Å)를 진공증착하여 정공이송층을 형성시켰다.

<86> (발광층의 형성)

<87> 상기 정공이송층 위에 발광층역할을 하는 Alq3를 300 Å의 두께로 진공 증착 하여 발광층을 형성시켰다.

<88> (전자이송층)

<89> 상기 발광층 위에 전자이송층의 역할을 하는 상기 화학식 2로 표시되는 화합물을 200 Å의 두께로 증착하여 유기물층의 박막 형성을 완료하였다.

<90> (음극 형성)

<91> 상기 전자이송층 위에 순차적으로 10 Å의 두께로 리튬 플루오라이드(LiF)와 2500 Å의 두께의 알루미늄을 증착하여 음극을 형성하였다.

- <92> 상기의 과정에서 유기물의 증착속도는 1 Å/sec를 유지하였고, 음극의 리튬플루오라이드는 0.3 Å/sec, 알루미늄은 3 내지 7 Å/sec의 증착 속도를 유지하였으며 증착시 진공도는 $5\sim 8 \times 10^{-7}$ 을 유지하였다.
- <93> 이 유기발광소자는 ITO처리기판/Al/Al₂O₃/화학식1a/NPB/Alq3/화학식 2/LiF/Al의 구조를 갖는다.
- <94> 일반적으로 알려진 바로는 알루미늄을 산소에 노출시킬 경우 산화 막이 잘 형성되는 것으로 알려져 있다. 알루미늄으로 형성된 양극 위 두께를 100 Å으로 얇게 형성한 이유는 음극 역시 2500 Å에 해당하는 반사율이 큰 알루미늄을 사용했으므로 상대적으로 얇은 알루미늄 양극을 형성하여 양극 방향으로 발광되는 빛을 관찰하기 위함이다. 그러므로 저 전압 구동의 효과를 종래의 양극방향으로 발광하는 유기발광소자와 비교하기 위하여 휘도 이외에 동일한 전류 밀도를 주입하는데 필요한 구동 전압을 가하여 동시에 관찰하였다.
- <95> 상기에서 제조된 소자에 5.17 V의 순방향 전계를 가했을 때 1931 CIE color coordinate 기준으로 $x = 0.460$, $y = 0.550$ 에 해당하는 500 nit 밝기의 발광이 관찰되었다. 이때, 이 소자에 주입된 전류 밀도는 50 mA/cm²였다.
- <96> 따라서 상기 알루미늄 양극의 두께를 증가시키고, 음극으로 투명전극을 사용하면 저전압으로 구동되는 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제조할 수 있다.
- <97> 비교예 1
- <98> 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 정공 주입 물질을 사용하지 않고, 알루미늄 양극과 알루미늄 산화 막으로 이루어진 무기절연층이 저 전압에서 구동이 되는가를 파악

하기 위하여, 정공주입층 역할을 하는 화학식 1a의 화합물(HAT)를 사용하지 않고 나머지는 실시예 4와 동일한 방법으로 유기발광소자를 제작하였다. 그러므로 소자의 구조는 ITO처리기판/Al/Al₂O₃/NPB/Alq₃/화학식 2/LiF/Al의 구조를 갖는다.

<99> 상기 제작된 소자에 20 V 이상의 순방향 전계를 가했을 때도 전류 밀도는 0.1 mA/cm² 이하였으며, 발광은 관찰되지 않았다.

<100> 따라서 상대적으로 낮은 일 함수를 갖는 알루미늄의 전극을 사용할 때에는 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 화학식 1을 만족하는 유기물을 함유하는 정공주입층이 저 전압 구동에 필수적임을 알 수 있다.

<101> 비교예 2

<102> 상기 실시예 1에서 사용한 알루미늄 양극과 알루미늄 산화물로 이루어진 무기절연층, 및 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 화학식 1을 만족하는 유기물을 함유하는 정공주입층을 사용한 유기발광소자가 일반적으로 사용되는 ITO 양극과 화학식 1을 만족시키는 유기물을 함유하는 정공주입층을 포함하는 유기발광소자에 비하여 저 전압 구동이 됨을 증명하기 위하여 하기와 같은 유기발광소자를 제작하였다.

<103> 유기발광소자의 제조는 상기 실시예 1과 동일하게 하였고 다만, 알루미늄 양극을 사용하지 않고 ITO 처리기판에서 ITO를 양극으로 사용하고, 무기절연층을 제거하여 ITO와 화학식 1을 만족시키는 HAT로 이루어진 정공주입층을 포함하는 소자를 제조하였다. 이 소자의 구조는 기판/ITO양극/HAT/NPB/Alq₃/화학식 2/LiF/Al의 구조를 갖는다.

<104> 이 소자에 5.37 V의 순방향 전계를 가했을 때 1931 CIE color coordinate 기준으로 $x = 0.345$, $y = 0.553$ 에 해당하는 녹색 발광이 관찰되었다. 이때, 유기발광소자에 주입된 전류 밀도는 50 mA/cm^2 였다.

<105> 상기 소자를 100 mA/cm^2 의 전류 농도를 (일정 직류: constant DC) 가하였을 때 초기 휘도는 3399 nit였고, 초기 휘도가 80 % 수준으로 떨어질 때 소요되는 시간은 23 시간이었다.

<106> 따라서 알루미늄과 알루미늄 산화물이라는 무기물로 이루어진 박막의 보조층이 사용되었음에도 불구하고, 상대적으로 일 함수가 높은 ITO로 이루어진 양극 보다 더 낮은 전압에서 동일한 전류가 주입될 수 있음을 알 수 있다.

【발명의 효과】

<107> 본 발명은 무기절연층을 상대적으로 일 함수가 작은 양극과 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V 보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층 사이에 개재시킴으로써 양극 물질과 정공 주입 물질간의 에너지 장벽이 큰 구조를 사용하여도 저 전압 구동이 가능하며 구동 수명이 향상된 음극 방향으로 발광하는 유기발광소자를 제조할 수 있는 효과를 가진다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판 및 기판 위에 양극층 및 음극층이 위치되고, 양극과 음극 사이에는 적어도 하나 이상의 발광기능이 있는 발광층을 포함하는 서로 다른 박막의 유기물층이 개재된 다층 구조의 유기발광소자에 있어서,

- a) 일함수가 4.5 eV를 넘지 않는 금속을 포함하는 양극;
 - b) 무기절연층; 및
 - c) 환원준위가 -0.6 V 내지 0 V보다 작은 유기물질을 포함하는 정공주입층 또는 정공 주입 및 이송층
- 을 포함하는 유기발광소자.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,
상기 양극은 일 함수가 3.5 eV를 초과하고 4.5 eV를 넘지 않는 금속을 포함하는 유기발광소자.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,
상기 무기절연층이 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 아연 산화물, 루테튬 산화물, 니켈 산화물, 지르코늄 산화물, 탄탈륨 산화물, 마그네슘 산화물, 칼슘 산화물, 스트론튬 산화물, 바나듐 산화물, 이트륨 산화물, 리튬 산화물, 세슘 산화물, 크롬 산화물, 실리콘 산화물, 바륨 산화물, 망간 산화물, 코발트 산화물, 구리 산화물, 프라소디뮴 산화

물, 텅스텐 산화물, 게르마늄 산화물, 칼륨 산화물, 리튬 플루오라이드, 마그네슘 플루오라이드, 세슘 플루오라이드, 칼슘 플루오라이드, 나트륨 클로라이드, 칼륨 클로라이드, 리튬-붕소 산화물(lithium metaborate: LiBO_2), 칼륨-실리콘 산화물(potassium silicate: K_2SiO_3), 실리콘-게르마늄 산화물(silicon-germanium oxide), 바륨 타이타네이트(barium titanate), 리튬 탄탈레이트(LiTaO_3), 실리콘 나이트라이드(Si_3N_4), 보론 나이트라이드(BN), 3족과 4족에 속하는 원소들의 질화물, 황화 아연(ZnS), 황화 카드뮴(CdS), 카드뮴 셀레나이드(CdSe), 갈륨 포스파이드(GaP), 및 갈륨 나이트라이드(GaN)로 이루어진 군으로부터 1 종 이상 선택되는 무기물을 포함하는 유기발광소자.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

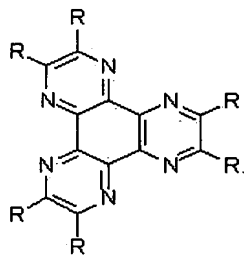
상기 정공주입층 또는 정공 주입 및 이송층은 환원 준위가 -0.3 내지 -0.01 V 인 유기물질을 포함하는 유기발광소자.

【청구항 5】

제 1 항에 있어서,

상기 정공주입층 또는 정공 주입 및 이송층은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기발광소자:

(화학식 1)



상기 화학식 1의 식에서,

R 은 니트릴(nitrile: $-CN$), 술폰(sulfone: $-SO_2R'$), 술폭사이드(sulfoxide: $-SOR'$), 술폰아미드(sulfonamide: $-SO_2NR'_2$), 술포네이트(sulfonate: $-SO_3R'$), 니트로(nitro: $-NO_2$), 또는 트리플루오로메탄(trifluoromethane: $-CF_3$)기이며,

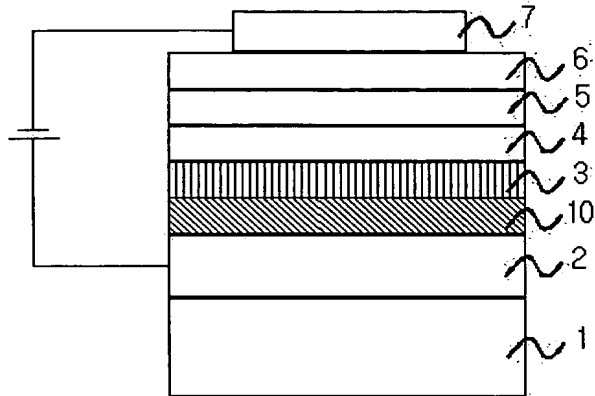
상기의 치환체를 이루는 R'은 아민(amine), 아미드(amide), 에테르(ether), 또는 에스테르(ester) 등으로 치환되거나 치환되지 않은 탄소수 1 내지 60의 알킬(alkyl) 그룹, 아릴(aryl) 그룹, 또는 이헥고리 치환체(heterocyclic group)이다.

【청구항 6】

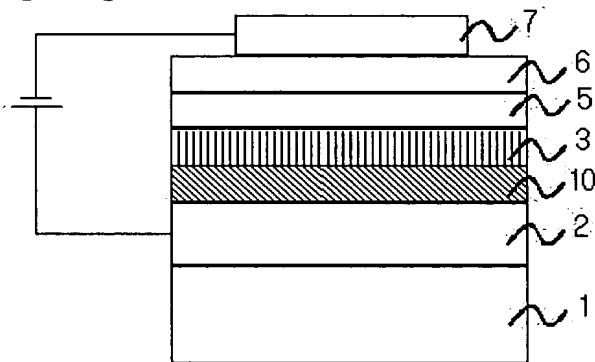
제 1 항 기재의 유기발광소자를 포함하는 디스플레이 장치.

【도면】

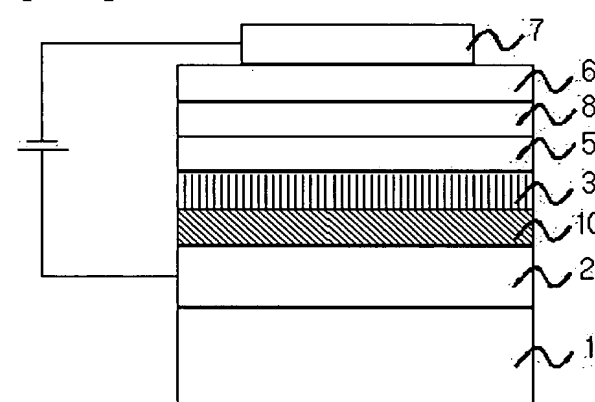
【도 1】



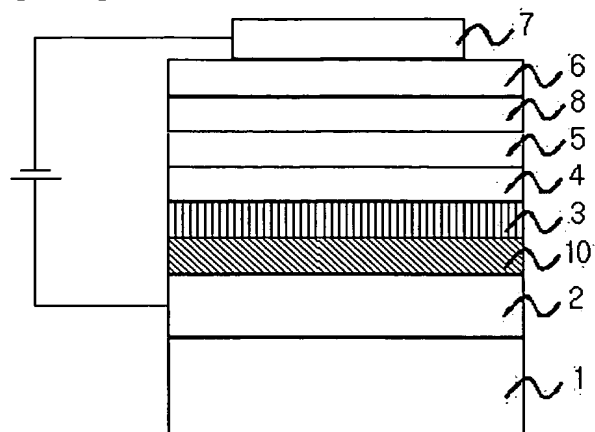
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

